

## **Najszybszy w Polsce - krakowski Prometheus 241. superkomputerem świata**

**18 listopada 2019 roku, w czasie konferencji Supercomputing'19 w Denver, w Stanach Zjednoczonych, ogłoszono najnowszą listę TOP500 najszybszych superkomputerów świata. Prometheus Cyfronetu znalazł się na liście po raz 10., zajmując wysokie, 241. miejsce.**

### **Prometheus - najszybszy polski superkomputer**

Pracujący w ACK Cyfronet AGH Prometheus od momentu uruchomienia w 2015 pozostaje najszybszym superkomputerem w Polsce. Ten tytuł zapewniła mu teoretyczna moc obliczeniowa 2,4 PFlops (PetaFlops), której osiągnięcie było możliwe przede wszystkim dzięki użyciu wydajnych serwerów platformy HP Apollo8000 i połączeniu ich superszybka siecią InfiniBand o przepustowości 56 Gb/s. Superkomputer posiada 53.604 rdzenie obliczeniowe (energooszczędnych i wydajnych procesorów Intel Haswell) oraz 282 TB pamięci operacyjnej w technologii DDR4. Do Prometheusa dołączone są dwa systemy plików o łącznej pojemności 10 PB i szybkości dostępu 180 GB/s. Wyposażony jest również w karty NVIDIA Tesla z procesorami graficznymi GPGPU. Prometheus został zbudowany przez firmę Hewlett-Packard zgodnie z założeniami opracowanymi przez ekspertów Cyfronetu.

*Dla zobrazowania szybkości pracy Prometheusa można powiedzieć, że w celu dorównania jego możliwościom, należałoby wykorzystać moc ponad 50 000 najwyższej klasy komputerów PC w najmocniejszej konfiguracji, dodatkowo połączonych superszybka siecią i zarządzanych specjalnym oprogramowaniem - mówi prof. Kazimierz Wiatr, Dyrektor ACK Cyfronet AGH.*

Prometheusa wyróżnia również nowatorski system chłodzenia cieczą. Dzięki tej technologii jest jednym z najbardziej energooszczędnych komputerów tej klasy na świecie. Dla utrzymania odpowiedniej temperatury cieczy chłodzącej w naszym klimacie wystarczają tańsze w eksploatacji wymienniki ciepła (ang. *dry-cooler*), zamiast konsumujących duże ilości energii elektrycznej generatorów wody lodowej i zaawansowanych technologicznie systemów klimatyzacji precyzyjnej. Cieczą chłodzone są zarówno procesory CPU, GPGPU jak i moduły pamięci przy pomocy specjalnego hermetycznego systemu rurek cieplnych (ang. *heat pipes*) i stykowego przekazu ciepła pomiędzy serwerami i układem, w którym krąży ciecz. Same serwery pozostają "suche" - można je w każdej chwili wyjąć bez niebezpieczeństwa wycieku cieczy w układzie chłodzenia. Chłodzenie cieczą umożliwiło osiągnięcie bardzo wysokiej gęstości instalacji - aż 144. serwerów obliczeniowych w pojedynczej szafie.

*Efektywność energetyczna Prometheusa dorównuje systemom największych centrów danych na świecie, takich jak Google, Amazon czy Facebook. Co więcej, chłodzenie cieczą umożliwia ekstremalnie wysoką gęstość instalacji, dzięki czemu ważąca ponad 40 ton część obliczeniowa zajmuje powierzchnię tylko 18 m<sup>2</sup> i mieści się zaledwie w 20 szafach. By osiągnąć analogiczne moce obliczeniowe, poprzednik Prometheusa, Zeus, musiałby zajmować aż 160 szaf. Poprzednikiem Zeusa był umieszczony w 8 szafach Baribal o mocy obliczeniowej 1,5 TFlops (TeraFlops) - Prometheus zbudowany w tamtej technologii zajmowałby ponad 12 000 szaf! - podkreśla Dyrektor Cyfronetu.*

Architektura superkomputera Prometheus odpowiada na zróżnicowane potrzeby naukowców dostarczając zasobów zorganizowanych w partycjach:

- klasycznych serwerów obliczeniowych, z wysoko wydajnymi procesorami Intel Xeon Haswell i Intel Xeon Gold,
- zestawu serwerów z procesorami graficznymi NVIDIA K40 XL,
- partycji akceleracyjnej z kartami GPGPU NVIDIA K80 oraz akceleratorami Intel Xeon Phi i

- Nallatech FPGA,
- zestawu serwerów przeznaczonych do realizacji obliczeń w środowisku chmurowym.

Prometheus został zainstalowany w nowoczesnej hali komputerowej Cyfronetu, specjalnie przystosowanej do jego eksploatacji. Prawidłowe funkcjonowanie superkomputera zapewniają ważne elementy infrastruktury technicznej, takie jak system gwarantowanego zasilania z dodatkowym agregatem prądotwórczym oraz nowoczesnymi systemami klimatyzacji technologicznej i gaszenia gazem.

### **Zeus wsparciem dla Prometheusa**

Nieprzerwanie od roku 2008 w Cyfronecie pracuje superkomputer Zeus. Od momentu instalacji, w latach 2008-2015, dwunastokrotnie z rzędu był notowany na liście TOP500, w tym czterokrotnie z rzędu z lokatą wśród pierwszych 100. najszybszych superkomputerów świata (najwyżej na 81. pozycji) i dziesięciokrotnie jako najszybszy w Polsce. Po raz ostatni Zeus znalazł się na liście TOP500 w listopadzie 2015 r. na 387. miejscu. Wówczas na tej liście znalazły się aż dwa superkomputery z Cyfronetu. Prometheus zajął wtedy 38. miejsce. Heterogeniczna architektura superkomputera zbudowana z czterech dedykowanych partycji sprzętowych udostępnia ponad 25.468 rdzeni obliczeniowych oraz 204 procesory GPGPU o łącznej mocy obliczeniowej 374 TFlops. Użytkownicy mają do dyspozycji 60 TB pamięci operacyjnej RAM oraz pamięć dyskową o pojemności 2,3 PB. Serwery Zeusa połączone są za pomocą szybkiej sieci Infiniband o przepustowości 40 Gb/s.

Warto podkreślić, że nawet najwyższe lokaty w zestawieniu TOP500, czy też najnowocześniejsze technologie wykorzystane do budowy komputerów dużej mocy, nie oddają w pełni znaczenia tego rodzaju zasobów obliczeniowych dla polskiego środowiska naukowego. O użyteczności superkomputerów udostępnianych przez ACK Cyfronet AGH jako narzędzia prowadzenia prac naukowo-badawczych najlepiej świadczą dane statystyczne dotyczące ich wykorzystywania. W 2018 roku dwa najwydajniejsze superkomputery ACK Cyfronet AGH – Zeus i Prometheus, wykonały 8.342.686 zadań obliczeniowych o łącznym czasie trwania 42.436 lat.

### **Obliczenia naukowe z różnych dziedzin**

Prometheus i Zeus są częścią europejskiej chmurowej i gridowej infrastruktury w ramach Europejskiej Infrastruktury Gridowej (EGI). Jednocześnie, Prometheus i Zeus są ważnymi superkomputerami w ogólnopolskiej infrastrukturze obliczeniowej PLGrid – platformie umożliwiającej prowadzenie badań naukowych *in silico* i wykonywanie obliczeń na komputerach dużej mocy, także w architekturze chmurowej i gridowej.

Dzięki infrastrukturze PLGrid możliwe jest intensywne wykorzystanie mocy obliczeniowych Prometheusa i Zeusa przez naukowców. Dedykowane środowiska obliczeniowe, tzw. gridy dziedzinowe, oraz specjalistyczne platformy informatyczne umożliwiają efektywną realizację coraz bardziej złożonych problemów obliczeniowych.

Naukowcy prowadzący badania z wykorzystaniem infrastruktury Cyfronetu reprezentują wiele dziedzin. Zaawansowane modelowanie i obliczenia numeryczne są wykorzystywane głównie w zakresie: fizyki, chemii, biologii, medycyny i technologii materiałowej, a także astronomii, geologii, ochrony środowiska. Tematy badawcze dotyczą między innymi: modelowania struktury elektronowej kompozytów zawierających tlenek grafenu, właściwości fizykochemicznych polimerów biodegradowalnych, modelowania aktywności wybranych leków przeciwnowotworowych poprzez nanocząstki węglowe czy wykorzystania soczewek grawitacyjnych jako teleskopów kosmicznych. Naukowcy prowadzą również m.in. badania aktywności chmur burzowych w ujęciu lokalnym i globalnym, analizy obrazów przy użyciu metod kwantowych oraz badania wytrzymałościowe przewodu wiertniczego i przepływów płynów wiertniczych. Dzięki superkomputerom w Cyfronecie polscy uczeni mogą uczestniczyć w ważnych projektach międzynarodowych, w tym w

eksperymentach CTA, LOFAR, EPOS, Wielkiego Zderzacza Hadronów w CERNie oraz niedawno odkrytych fal grawitacyjnych w detektorach LIGO i VIRGO.

### **Wykorzystaj moc superkomputerów w badaniach naukowych**

Superkomputery umożliwiają znaczące skrócenie czasu wykonywania obliczeń, które przy użyciu pojedynczych komputerów często zajęłyby wiele lat (w konkretnych rzeczywistych przypadkach ponad 150, 700 czy nawet 1000 lat), a tu mogą być wykonane najczęściej w ciągu zaledwie kilku dni. Użytkownicy Cyfronetu mogą korzystać z profesjonalnego wsparcia – od dostępu do pełnej dokumentacji, poprzez szkolenia, aż po indywidualne konsultacje z ekspertami. Informacje dotyczące korzystania przez naukowców z zasobów Prometheusa i Zeusa znajdują się na <http://www.cyfronet.pl> i <http://www.plgrid.pl>. Warto zarejestrować się w Portalu PLGrid <http://portal.plgrid.pl> i korzystać z wielu udostępnianych unikatowych usług.

### **Polska na tle Europy i świata**

Najszybszym superkomputerem na świecie został ponownie ogłoszony Summit z USA, którego teoretyczna moc obliczeniowa wynosi ponad 200 PFlops. Na liście TOP500 wyraźnie dominują superkomputery z Chin (228 jednostek). Drugie miejsce zajmują USA (117 jednostek).

Państwa europejskie, których superkomputery znalazły się na liście (15 krajów wliczając Rosję), zajęły łącznie 94 lokaty. Najszybszy europejski superkomputer to niezmiennie Piz Daint ze Szwajcarii, który uplasował się na 6. pozycji. W pierwszej dziesiątce listy znalazł się również superkomputer z Niemiec, SuperMUC-NG, na 9. pozycji. Wiodącą rolę, jeśli chodzi o liczbę superkomputerów z listy TOP500, zajmują w Europie: Francja (18 jednostek), Niemcy (16 jednostek) i Holandia (15 jednostek).

Podobnie jak w poprzedniej edycji listy TOP500, Prometheus nadal pozostaje jedynym superkomputerem z Polski.

Fot. Adam Frączek – KSAF AGH